عبقرية مهندس عربي مسلم من القرن الخامس الهجري في علوم المياه الجوفية

● م. د. محمود فيصل الرفاعي ●

ماذا عرف السلف من المهندسين العرب المسلمين عن المياه الجوفية؟ أجاب عن هذا السؤال الرياضي والمهندس اللامع أبو بكر محمد بن الحسن الحاسب الكَرَجي من علماء القرن الخامس الهجري في كتابه (إنباط المياه الخفية) الذي شرح فيه كيفية الكشف عن المياه الجوفية وطريقة قنصها ووسيلة استخراجها ونقلها إلى السطح لتعويض نقص هطول الأمطار وقلة مياه الأنهار في هذا الجزء من العالم. لم يتجه الكرجي نحو هدفه على غير هدى فقد رأى بأنه من الضروري معرفة القوانين الطبيعية التي سنَّها الله عز وجل لهذه المياه، وهذه المعرفة لا غنى عنها لمن يحفر قناة. ويساهم في إغناء تلك المعرفة التي تسمح بالنفوذ (أفقياً) إلى (باطن الأرض) واختبار القوانين ذاتها في الموقع.

هذا الكتاب هو موسوعة هندسية عملية في المياه الجوفية قلَّ أن تجد مثلها إذ تعتمد على تجارب عملية وأسس نظرية ومحاكمة رياضية منطقية تبهر بروعتها مهندس اليوم حين يرى التقدم الذي وصل إليه علم المياه الجوفية في القرن الخامس الهجري لدى العرب المسلمين.

يقول الكَرَجي عن علم المياه الجوفية :

(وبعد فلست أعرف صناعة أعظم فائدة وأكثر منفعة من إنباط المياه الخفية التي بها عمارة الأرض وحياة أهلها والفائدة العظيمة).

من هو الكَرَجي ؟ وفي أي محيط مارس عمله ؟ وما هو الإبداع الهندسي الذي أنجزه ؟. ذلك ما تسعى هذه الدراسة إلى بيانه.

١ - حياته وعصره :

هو أبو بكر محمد بن الحسن الحاسب الكَرَجِي. عُرف الكرجي بين علماء التراث في عصرنا لمدة طويلة على أنه الكرخي نسبة إلى الكرخ إلا أن (G.L. della Vida)(١) اعتبر هذا النسب غير صحيح معتمداً على الفروق في حرفي الجيم والخاء ضمن نسخ المخطوطات التي توفرت له ورجح بنتيجة هذا نسبة الكَرَجِي.

ورجح سامي شلهوب(٢) بعد استعراض نسخ مخطوطة (الكافي في الحساب) وباقي نسخ الكتب الأخرى أن يكون اسم هذا العالم الرياضي والمهندس الكَرَجي وليس الكَرْخي.

وتعود النسبة إلى الكرج وهي بلدة من بلاد الجبل بين أصفهان وهَمَذان بنيت في زمن الخليفة المهدي (١٥٨هـ/٧٧٥م — ١٦٩هـ/٧٨٥م) ثالث الخلفاء العباسيين. وليست النسبة إلى الكرج وهي ناحية من ثغور أذربيجان من الروم نسب إليها جماعة من الموالي سمعوا الحديث(٣). ذكر ابن الأثير(٤) الكَرَجِي عند حديثه عن الوزير البويهي فخر الملك ولم يذكره ابن القفطي(٥) على الرغم من أنه ذكر علماء عاصروا الكَرَجِي أمثال البيروني (المتوفي ٤٤٠هـ/١٠٤٨م) والسجزي (المتوفي ٤١٥هـ/١٠٢٤م) والخجندي (المتوفي ٣٩٠هـ/١٠٠٠م).

وأغلب الآراء تميل إلى أن الكَرَجِي توفي عام ٤١٩هـ/١٠٢٩ كما أورد D. E. Smith(٦).

عاش الكَرَجِي في العراق وإيران في عصر ضعف الدولة العباسية (٢٤٧هـ/٨٦١م — ٦٥٦هـ/١٢٥٨م) الذي قال عنه شاكر مصطفى(٧) : (ورغم استمرار الخلافة العباسية أكثر من خمسة قرون، لكن بني العباس لم يحكموا بالفعل ولم تكن لهم الدولة سوى قرن وبعض القرن وبمصرع المتوكل سنة ٢٤٧هـ انتهت دولتهم وبقيت لهم الخلافة التي أضحت تدريجياً مجرد لقب ديني يمنح المناطق الإسلامية وحدة الكيان والمظهر وليس له من السلطة السياسية شيء).

نزح أبو شجاع بويه وهو رئيس قبيلة مقاتلة في جبال الديلم عن سواحل بحر الخزر يطلب الجاه والمجد، فحقق مأربه بأن تم تعيين ولده عليًا والياً على الكرج جنوب هَمَذان، فتعاون عليّ مع إخوته حسن وأحمد في الاستيلاء على أصفهان وشيراز عام ٣٢٢هـ/٩٣٣م وأعلنوا استقلالهم جهراً في وجه الدولة العباسية، بل بلغ الأمر بقوتهم أن سار أحمد بجيشه إلى بغداد فعزل المستكفي ونصب بدلاً منه الخليفة الفضل المطيع لله (٣٣٤هـ/٩٤٦م — ٣٦٣هـ/٩٧٤م) فعظمت سلطة البويهيين وسيطرتهم.وبلغ البويهيون ذروة قوتهم في عهد عضد الدولة أبي شجاع (٣٦٧هـ/٩٧٨م —

٣٧٢هـ/٩٨٣م) وهو من أحفاد حسن أحد مؤسسي الدولة البويهية فقد حكم عضد الدولة جزءاً من العراق وجنوبي إيران، وبعد وفاته تنازع أولاده الثلاثة شرف الدولة ومهام الدولة وبهاء الدولة. وانتهى الأمر بانتصار بهاء الدولة أبي النصر فيروز (٣٨٠هـ/٩٩٠م — ٤٠٣/١٠١٢م) فحكم العراق والأهواز وكرمان، وفي الوقت نفسه تقريباً (٣٨٧هـ/٩٩٧م — ٤٠٣هـ/١٠١٢م) حكم الري وهَمَذان وأصفهان مجد الدولة أبو طالب رستم الذي تبوَّأ الحكم وعمره أربع سنوات بوصاية أمه وبقي حتى وفاتها فأبعد عن الحكم، وانقرضت دولة بني بويه في تلك المنطقة بعد أن ملك قابوس بن وشمكير عام ٣٨٨هـ/٩٩٨م جرجان وطبرستان وسقطت هَمَذان وأصفهان في يد محمود بن سبكتكين عام (٤٢٠هـ/١٠٢٩م). وقد زالت دولة بني بويه نتيجة المنازعات والحروب الداخلية وبعد أن دخل السلطان السلجوقي طغرل بك عام (٤٤٧هـ/١٠٥٥م) بغداد.(٨) وفي هذا العهد المضطرب لمع عالمنا ومهندسنا البارع الكرجي في عهد بهاء الدولة وعهد قابوس وولده منو جهر ويبدو أن وزيرين في ذلك العهد قد شجعا الكرجي وقدما الدعم اللازم لأعماله العلمية الأول هو أبو غانم معروف بن محمد وهو وزير منو جهر بن قابوس في بلاد الجبل من إيران، والثاني فخر الملك أبو غالب الصيرفي محمد بن علي بن خلف وهو وزير بهاء الدولة وبقي وزيراً لولده سلطان الدولة بعده والذي ملك العراق وجزءاً من إيران.

وقد أشار الكَرَجِي إلى الأول في مقدمة كتابه إنباط المياه الخفية فقال :

(رجعت إلى أرض الجبل — ... إلى أن أغاث الله بلادها والعباد فيها بجمال مولانا الرئيس الأجل المنصور ولي النعم أبي غانم معروف بن محمد .... فنشطت لمعاودة العادة وبدأت بتصنيف هذا الكتاب خدمة له وتقرباً إليه (في إنباط المياه الخفية) وأشار إليَّ الوزير الثاني ابن خلكان(٩) فقال (وكان فخر الملك المذكور من أعظم وزراء آل بويه على الإطلاق بعد ابن العميد والصاحب ابن عباد وكان أصله من واسط ولأجله صنف أبو بكر محمد الحسن الحاسب الكرجي كتاب الفخري في الجبر وكتاب الكافي في الحساب) وذكره الكَرَجي في مقدمة كتابه الكافي في الحساب فقال (الرغبة إلى الله تعالى في إطالة بقاء مولانا السيد الأجل المؤيد المنصور فخر الملك الكامل، ذي الجلالتين وزير الوزراء أبي غالب مولى أمير المؤمنين وحراسه).

٢ – آثاره وأهمية كتاب (إنباط المياه الخفية) :

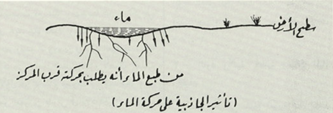
كتب الكَرَجِي باللغة العربية أثناء إقامته في بغداد وفي بلاد الجبل كتباً في الرياضيات

والجبر والعلوم الهندسية. حُقِقَ قسم من هذه الكتب وفُقِدَ عدد منها وتُرْجِمَ بعضها ولا يزال قسم منها دون تحقيق.

نذكر من هذه الكتب : كتاباً في حساب الهند – كتاباً في الاستقراء بالتخت (مفقود) نوادر الأشكال – الدرر والوصايا – الفخري – البديع – علل حساب الجبر والمقابلة – إنباط المياه الخفية – عقود الأبنية – المدخل إلى علم النجوم – كتاب مجهول يذكر الجدول لأمثال مفكوك ثنائي الحد (أ + ب) – المحيط في الحساب الأجذار (نصف الأجذار) تنصيف الجذور – رسالة الخطأين – الكافي في الحساب وقد ورد ذكر الكَرَجِي أو الكرخي عند كل من الزركلي وعمر رضا كحالة وقدري طوقان وحاجي خليفة وسوتر وبروكلمان وفؤاد سزكين(١٠) من التراثيين المعاصرين.

حُقِّقَ كتاب (إنباط المياه الخفية) في حيدر آباد الدكن عن نسختين إحداهما محفوظة في المكتبة الأصفية ونسخت بتاريخ ١٠٣٣هـ، والأخرى موجودة في خزانة باني فور، وهي مكتوبة سنة ٦٣١هـ وتم التقابل بينهما من قبل السيد هاشم الندوي وطبع الكتاب عام ١٣٥٩هـ/١٩٤٠م وهو يحتوي على بعض الأخطاء النحوية وعدم استواء التراكيب، إلا أنه يعطي صورة واضحة عن المعاني العلمية التي أراد الكرجي إبرازها، إذا أمعن القارىء النظر وعارض النصوص بالمنطق وبالمفاهيم العلمية المعروفة اليوم. وذكر الكتاب السنجاري في (الإرشاد) والقلقشندي في (صبح الأعشى) وطاش كبرى زادة في (مفتاح السعادة) وحاجي خليفة في (كشف الظنون).

ترجم الكتاب إلى اللغة الألمانية من قبل (Wiedmann) في كتاب Beitrage zur Geschichte der Naturwissenchaften V 1905 Bd 37 XIV 1908 Bd 40



من طبع الماء أنه يطلب بحركته قرب المركز

(تأثير الجاذبية على حركة الماء)

ترجم إلى الإنكليزية جزئياً في موقعين :
الأول من قبل (Fr. Bruin) في كتاب :(١١)

Surveying and Surveying Instruments Chapters 26, 27, 28, 29 and 30 of the book Finding Hidden Water, by Abu Bakr Mubammae ak-Karaji, English Edition, Beirut 1970.

والثاني من قبل (K. Krenkow) في كتاب :

The Construction of the Subterranean Water Supplies during the Abbaside Caliphate 1954, Transactions of the Glasgow University Oriental Society XIII pp 23-32

وترجم إلى اللغة الفرنسية من قبل (Aly Mazaberi) في كتاب :

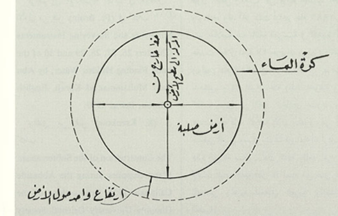
La Civilisation des eaux cachees, Nice 1973.

وقُدِمَ إلى معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب مهندس فرنسي شاب اسمه (Patrick Landry) يُتْقِن اللغة العربية وطلب مني أن أعهد إليه بترجمة كتاب علمي عربي تراثي إلى اللغة الفرنسية خلال عام ١٩٨٦ لكي يتقدم به كرسالة ماجستير إلى جامعة باريس فقدمت له قائمة بعدة كتب ووضعت على رأسها كتاب (إنباط المياه الخفية) ونصحته باختياره، وبعد المناقشة واستعراض الإمكانات، وافق على قبول العمل وانكبَّ على قراءة الكتاب المحقق وترجمته، وقد أنجز ذلك أواخر عام ١٩٨٦. ثم نشر خلاصة عنه باللغة الفرنسية في الندوة التي عقدت خلال المدة ٢٧ حزيران (يونيو) – تموز (يوليو) عام ١٩٨٧ في المركز الثقافي الفرنسي بدمشق، وكان عنوان بحثه (المياه الجوفية وفق كتاب عربي من القرن الحادي عشر). وكما علمت منه فإن الترجمة الآن جاهزة وهي قيد التدقيق النهائي وسيتم نشرها قريباً، وأنا أرى أن هذه الترجمة ستكون أدق كتابة باللغة الفرنسية لإنباط المياه الخفية نظراً لما لمسته من تفاني هذا المهندس وتحريه للمعاني العربية وللمفاهيم العلمية.

٣ – المبادىء النظرية :

يرى الكرجي أن هناك قانوناً كونياً يتحكم في علاقة الماء والأرض، هذا القانون يسميه قانون (طلب المركز)، ويمكن أن نسميه بتعبير اليوم قانون الجاذبية يقول في صفة الأرض.

(وإن الله تبارك وتعالى خلق العالم مصمتاً لاخلاء فيه وجعل لكل شيء من الأفلاك والكواكب والنار والهواء والماء والأرض مكاناً خاصاً له يطلبه بحركته إذا انفصل منه، فالأجسام الكثيفة مثل الأرض والماء يطلب المركز المذكور، يسبق إليه الأكثف ولا حاجة بنا في غرضنا إلى الكلام فيما بعد الماء ووجب من هذا أن تكون الأرض في المركز والماء محيطاً بها).



فرضية عدم امكانية احاطة الماء بارتفاع واحد
بالكرة الأرضية بسبب عدم كون الأرض صلبة
وعدم كونها صحيحة التدوير

ويقول عن تأثير الجاذبية على حركة الماء في المجاري المائلة :

(حتى صارت الخطوط الخارجة من مركز العالم إلى سطح الأرض ليست متساوية وجرى الماء من المواضع البعيدة منه إلى المواضع القريبة إليه وتكشف الأمكنة البعيدة من المركز).

ثم يقول في موضع آخر :

(وليس على وجه الأرض ماء جار أو فائر ولا في بطنها إلا ومادته من مكان هو أبعد من المركز من موضع ظهوره وجريانه وفورانه لا يجوز غير ذلك بوجه من الوجوه) ويستنتج الكرجي بذلك أن الماء (يطلب المركز) فيتجه من الموقع الأعلى إلى الموقع الأخفض، أي أنه لا يمكن للماء أن يصعد، كما يؤكد على ذلك في ص ٢٢ فيقول :

(ومن طبع الماء أنه يطلب بحركته قرب المركز وليس في طبعه الصعود(. ثم يشرح تأثير الجاذبية على حركة الماء الجوفي في الينابيع والعيون فيقول : (ولا يجوز البتة أن يفور ماء أو يصعد في عين أو بئر أو بركة إلا إذا كانت

مادته من مكان أرفع من موضع صعوده وفورانه).

ويصف تأثير موقع الماء واختلاف ارتفاعه بالنسبة للأرض فيقول في ص ٤ واصفاً قانوناً أساسياً في توازن السوائل : (لا يخلو حال الماء من ثلاثة أوجه، إما أن يكون الماء غامراً لها فتكون بحراً واحداً، وإما أن يكون مع سطحها فيكون وجهها براً واحداً وإما أن يكون غائراً فيها متحيراً في بطنها فيكون سطح الأرض موازياً لسطح الماء، ولا يكون له جرية في الوجوه الثلاثة وينتهي إليه في قعر واحد إذا كان غائراً ولا يمكن إنباطه بتة إلا بالدواليب والغرافات).

من ذلك يتبين أن الكرجي قد أشار إشارات واضحة إلى وجود قوة الجاذبية التي تؤثر في الماء الموجود على الأرض أو ضمنها فتؤدي إلى حركته وذلك إما بالتأثير المباشر وهو تسرب الماء بفعل قوة الجاذبية وإمّا بالجريان على سطح الأرض بتأثير الميل. كذلك يبين تأثير الضاغط وهو ارتفاع عمود الماء على فوران الماء وهو ما نسميه اليوم بالبئر الارتوازي إذ يصل الكرجي إلى أن الماء لا يصعد إلا إذا كانت (مادة الماء من مكان أبعد من المركز من موضع ظهوره) أي بتعبير الهندسة المائية اليوم لا يصعد الماء في بئر إلا إذا كانت الطبقة المائية المغذية متصلة بضاغط مائي أي بكتلة مائية (مادة الماء) أعلى منسوباً (من مكان أبعد من المركز) ثم يشير إلى أن رفع الماء (إنباطه) إلى سطح الأرض (إذا كان غائراً) أي عميقاً لا يمكن إلا بالدواليب والغرافات.

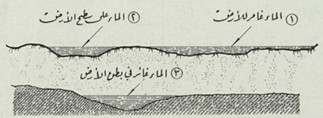
هنا يجب التمييز بين هاتين الآلتين الرافعتين فالدولاب هو آلة مائية رافعة تستعمل قوة الماء الجاري كمصدر للطاقة وتركب عليها الدلاء على محيطها مباشرة بحيث إذا دار الدولاب نتيجة دفع الماء لفراشات ركبت على محيط الدولاب تقوم الدلاء باغتراف الماء فإذا أتم الدولاب دورته أفرغت هذه الدلاء حمولتها من الماء عند المنسوب الذي يطلب رفع الماء إليه. وهناك حالات قد تكون القوة المحركة فيها الحيوان ومع ذلك تبقى التسمية الدولاب.

أما الغراف فهو بشكل عام يستمد قوته المحركة من حركة الحيوان الذي يدوّر ذراعاً متصلاً بمسنن أفقي يدوّر الغراف الذي ركبت على محيطه سلسلة معدنية أو جلدية فيها دلاء تغترف من الماء فإذا أكمل الدولاب دورته دارت السلسلة وأدت إلى أن تفرغ الدلاء حمولتها.

٤ – الماء الجوفي وتركيب طبقات الأرض :

يقول الكرجي عن حركة الماء في الأرض ص ٣ :

(فلو كانت الأرض صحيحة التدوير



حال الماء بالنسبة للأرض في ثلاثة أوجه

صلبة لا يتخللها الماء وتكون الخطوط الخارجة من المركز إلى سطحها متساوية كلها لأحاط الماء بها إحاطة بياض البيض بصفرتها قليلاً كان أم كثيراً وكان سطح كرة الماء موازياً لسطح كرة الأرض ولم يكن للماء جرية بتة وكانت الأرض بحراً واحداً ...... وكان ارتفاع الماء في كل موضع قدراً واحداً).

وقال في مكان آخر ص ٥ :

(لأن الله تعالى خلق في بطن الأرض مجاري ضيقة وواسعة، وخلق فيها حواجز ومواقع من الحجر والكذان والطين الصلب منها قائمة ومنها مسطحة على وجهها، وفي بطنها ومنها مائلة عن موازاة سطحها وهي كالعصب والشرايين في بدن الحيوان. وخلق تربتها شديدة الاختلاف كل ذلك لئلا يغمر الماء الأرض فيجد شكله الكرى ويتحير ولا يجري فكثر لذلك في مكان، وقل في مكان، فلذلك يوجد في موضع في قعر قريب وفي آخر في قعر بعيد وبعض الأماكن يكون نزاً لا ينقطع مادة).

وقال في ص ٧ :

(خلق الله تعالى الأرض ذات عيون جارية من غير حفر ولا علاج. خلق فيها مغايض تحت الثلوج المتراكمة في شعاب الجبال وفي أرضين مطمئنة مسترخية أو رملية يفيض منها الماء فيؤدي إلى العروق المذكورة أو إلى الماء الساكن الدائم في بطن الأرض فيصير مادة له تنفتق المنشأة عليه.

ومن المياه ما يغيض في الأرض إلى أن يصل إلى تربة صلبة منعة من الفيض فيقف هناك فإذا أنشأ فوق ذلك المانع مجرى جرى الماء فيه على قدر قوته).

وقال في ص ١٠ :

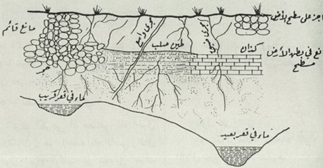
(ومعظم الماء الساكن يكون تحت الصحاري المطمئنة والفلوات البعيدة الأرجاء يتوصل إليه بقفر له قدر وقد يمده مياه الثلوج التي تبقى على جبال قد ذهبت طولاً وعرضاً).

إذن يرى الكرجي أن وجود العروق في الأرض يساعد الماء على (طلب المركز) وهو الذي يسبب جريان الماء ضمن الأرض، وإلا لو لم تكن هذه العروق موجودة لبقي الماء محيطاً بالأرض (إحاطة بياض البيض بصفرتها) وكان (ارتفاع الماء في كل موضع قدراً واحداً).

ويميز الكرجي بين طبيعة المناطق فهناك (حواجز وموانع) وهناك (أرضين مطمئنة مسترخية أو رملية يغيض فيها الماء) وهناك (مغايض) يتسرب منها الماء. والحواجز والموانع (تربتها شديدة الاختلاف) فيها (الحجر والكذان والطين الصلب) و (تربة صلبة منعة من الغيض) أي بعبارات اليوم الطبقات الصخرية والمكتلات والغضار القاسي والتربة الكتيمة.

وهو يميز بين أنواع وجود الماء الجوفي فهناك (الماء الساكن الدائم في بطن الأرض) و (من المياه ما يغيض في الأرض إلى أن يصل إلى تربة صلبة) وهناك ما (يوجد في قعر قريب) (وفي آخر في قعر بعيد).

ويخلص الكرجي بعد هذا التحليل قائلاً :


حاجز على سطح الأرض
مانع قائم
مجرى واسع
طين صلب
مجرى ضيق
كذان
مانع في بطن الأرض مسطح
حجر
ماء في قعر قريب
ماء في قعر بعيد

تركيب باطن الأرض ووضع الماء الجوفي فيها

(واعلم أن الماء لا يتمكن من أن يغمر الأرض لما في بطنها من الحواجز الكثيرة القائمة والمسطحة والمائلة، لذلك صار وجه الأرض إما عيوناً قوية أو ضعيفة لا تنقطع وإما باقياً مع الدهر وإما يابساً لا يوجد فيه الماء إلا في قعر عميق وإما مغيضاً لا يروى قط من الماء إلا وقت الطوفان ومن الدليل ما ذكرنا ظهور عين في فلاة نائية الأرجاء وما حولها يكون يابساً لا يوجد فيه الماء إلا في قعر بعيد)

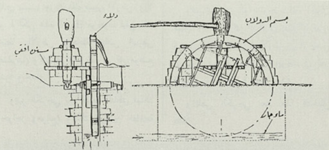
٥ – مصادر الماء الجوفي :

يرى الكرجي أن مصادر الماء الجوفي ثلاثة:الأول هو ماسمَّاه الماء الأصلي والثاني تحول الهواء الرطب إلى الماء في جوف الأرض والمصدر الثالث هو من الهطول ومن ذوبان الثلوج والجليد.

فيقول عن الأول :

(ماء أصلي ساكن في جوفها لا يزيد بزيادة الأمطار ولا ينقص بنقصانها ولا يتغير حاله إلا شيء قليل قد غمر أكثر جرم الأرض بحسب وجود الخلل والمنافذ فيها لا يتغير بشدةِ القيظ وأزمات الدهر).

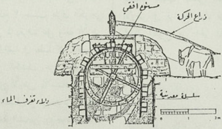
وهذا ما نعرفه بالماء الأحفوري الذي تجمع خلال السنين وهو النوع الذي ينضب بالسَّحْب لأنه غير متصل بمصدر متجدد.



دولاب مائي

ويقول عن الثاني :

(وما تكون مادته استحالة الهواء إلى الماء في بطن الأرض دائماً وهذا أيضاً يدوم جريه ما بقي السبب الذي به يستحيل الهواء إلى الماء) وهو ما نعرفه اليوم



غراف مائي

بالتكاثف الداخلي الناتج عن انخفاض درجات الحرارة وهو يغذي الماء الأصلي أيضاً بشكل جزئي.

وعن الثالث يقول الكرَجي :

(والثالث الماء الذي مادته من الثلوج والأمطار وأكثر عمارة الأرض به، لأن مادة الأودية العظام والعيون والقني في بطن الأرض لا يتغير طعمه كما يتغير طعم مياه البحار والعيون الواقفة والمستنقعات على وجه الأرض).

ويميز من هذا الماء نوعاً آخر فيقول :

(ومن المياه ماء التوأب وهو الماء الذي يكون من الأمطار يفيض في خلاء الأرض حتى يبلغ إلى حاجز مسطح ويقف فإذا أنشئت القناة في هذا الماء جرى بقدر مادته ثم انقطع وقت انقطاعها).

٦ – التحري والاستكشاف :

إن وجود الماء أمر طبيعي في الأرض بنتيجة ما ذكره الكرجي من وجود العروق وما يجري فيها ضمن الأرض أي إننا نقف دوماً على طبقة من الماء إلا أن بعدها وقربها من السطح هو الذي يحدد الجفاف أو وفرة الماء.

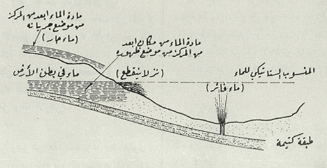
يقول الكرَجي :

(وإذا قلنا إن هذه الأرض يابسة أو قليلة الماء فإن المراد أن ماءها يوجد في قعر بعيد لأن كل بئر تحفرها في الأرض دائما فإنها تصل إلى الماء لا محالة ما لم يمنع حفرها الموانع).

كيف نميز إذن وجود الماء على طبقات قريبة من السطح ؟ حسب طرق الكرجي الذي قال (من لم يعرف على وجه الأرض علامات المياه الخفية في بطنها كان ناقصاً في صناعته) يمكن الكشف عن وجود الماء الجوفي في باطن الأرض بالاستناد إلى عدة علامات منها التضاريس ووجود الصخور والتعرض لأشعة الشمس ووجود النباتات ووجود آثار الرطوبة وحصول بعض الأصوات.

يصنف الكرجي التضاريس في كتل جبلية تمسك الثلج فيقول : (على جبال قد ذهبت طولاً وعرضاً فيما بينها شعاب وبطاح إلى وقت مسامتة الشمس لها). و(الجبال الكثيرة المتصلة بعضها ببعض الممتدة على وجه الأرض في فراسخ منها، فيما بينها شعاب تحفظ الثلوج من الحر إلى وقت الربيع والصيف).

ويقول عن الأماكن التي يمكن أن يجد فيها الإنسان الماء : (وخير مواضع القني أن تكون على بطاح ما بين الجبال الدائمة الانداء والثلوج أو في شعابها ثم ما أنشيء في صحار متصلة بمثل الجبال الموصوفة الممتدة طولاً). ثم يصنف درجات وجود الماء بحسب طبيعة المناطق التي تدل عليها فيقول : (إن الجبال السود كثيرة الأنداء دالة على الماء إذا كان من حجر يخالطه الطين،


مادة الماء أبعد من المركز من موضع جريانه
(ماء جار)
مادة الماء من مكان أبعد من المركز من موضع ظهوره
ماء في بطن الأرض
(نز لا ينقطع)
المنسوب الستاتيكي للماء
(ماء فائر)
طبقة كتيمة

تأثير الضاغط على جريان الماء وعلى نبعه وفورانه. (مادة الماء أبعد من المركز)

ويتلوها الجبال الخضر في كثرة الماء ثم الصفر ثم الحمر).

ويقول في موضع آخر :

(والجبال دليل الماء وكذلك الحجر المختلف الكثير المتبدد في وجهها دليل الماء والحجر المتفرق فيها دليل الماء، وإذا كان فيها صخور قائمة كأنها ناتئة فإنها دليل الماء).

كذلك يصف المنخفضات فيقول :

(كل منخفض من الأرض ذي طين أسود فهو ذو ماء وأكثر ذلك يوجد في هوات أو مغارات إذا كان قرارها مسترخي التربة).

ثم يصف الأراضي القليلة الماء فيقول :

(إن الجبال البيض لا ماء فيها وكذلك الجبال المنفردة فهي يابسة وخصوصاً إذا كثر صخورها، وإذا كانت بعيدة من الجبال الندية فهي يابسة لا يوجد ماؤها إلا في قعر بعيد، والأرضون الجرد لا خير فيها، والأرض التي تشبه مدرها الخزف لا ماء فيها، والأرض التي على وجهها صخور ذاهبة طولاً وعرضاً قليلة السمك كالفرش عليها فهي قليلة الماء، وإذا كانت كثيرة الرمل والرضراض خشنة التراب كانت قليلة الماء، والأمكنة المطمئنة التي تقوى حر الشمس عليها هي قليلة الماء).

ثم يذكر عدة نباتات دالة على وجود الماء فيقول :

(وغضاضة النبات على وجه الأرض إذا لم يكن مما يزرع على الماء وكل ما ذكرته من النبات إذا وجدته نابتاً من غير زرع كان ذلك دالاً على الماء).

٧ - نظرات في عمل الكرَجي :

يضم كتاب (إنباط المياه الخفية) إضافة إلى ما أوردناه معلومات عن الخواص الفيزيائية للمياه الجوفية وعن فصول السنة وعلاقتها بوجود الماء، واختبارات فيزيائية لاستكشاف الماء العادي والارتوازي، وطرق زيادة ورود المياه إلى الآبار، ثم ذكر حريم الأقنية والآبار على مقتضى الدين لئلا يؤدي حفرها بشكل متداخل إلى نقص تدفقها، ثم يتطرق إلى طرق حفر الآبار والمواصفات التي يجب تطبيقها للحصول على جودة الحفر وكيفية تطبيق هذه الشروط على العمال والمواد التي يجب استعمالها والأدوات والأجهزة (مع الرسوم) التي تستعمل لتحديد الاستقامات والميول والارتفاعات والشاقولية والمناسيب.

لقد فاق الكرَجي بمعلوماته الشاملة عصره وتجاوز الزمان والمكان، لأن القوانين الطبيعية التي أوضحها في كتابه ذات مضمون كوني، ولم تصبح معروفة لمهندسي اليوم إلا عن طريق الغرب ومنذ زمن ليس ببعيد، ولا بد أن الإشعاع العلمي الذي نشره الكرَجي بمعرفته قد تجاوز فضاء العراق وإيران إلى أرجاء أخرى من العالم الاسلامي باللغة العربية وتردد صداها على سبيل المثال في كتاب أبي الريحان البيروني (المتوفى ٤٤٠هـ/١٠٤٩م) في كتابه (الآثار الباقية عن القرون الخالية) الذي طبق معلوماته عن المياه الجوفية على أراضي الهند وهذا مقام آخر سنسعى لتفصيله.

٨ - الأشكال :

بناء على الوصف الذي أورده الكرَجي في كتاب (إنباط المياه الخفية) فقد عمدت إلى إعداد رسوم تخطيطية تصور أوضاع الماء في الأرض وتبين العبارات المتعددة التي أشار إليها الكرجي متكلما عن أحوال الماء بالنسبة للحركة والسكون في الأرض. وقد استعملت الدلالات الحديثة في الرسم الهندسي، كذلك أضفت رسمين للغراف وللدولاب بشكلهما الحقيقي المعروف في الهندسة المائية.

• المراجع •

(١) مجلة عام ١٩٣٣ Rivista degli Studie Oriantali XIV

(٢) سامي شلهوب محقق (الكافي في الحساب) نشر معهد التراث العلمي العربي جامعة حلب ١٩٨٦م.

(٣) الفيروز أبادي (القاموس المحيط)

(٤) ابن الأثير (اللباب في تهذيب الأنساب)، القاهرة ١٣٥٧هـ.

(٥) ابن القفطي (تاريخ الحكماء)، لا يبزغ ١٩٠٣

(٦) History of Mathematics, D.E. Smith, Dover New York 1958

(٧) عبد السلام ترمانيني (أزمنة التاريخ الإسلامي) ج ١ م١المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب الكويت ١٩٨٢م ص ٤٢١.

(٨) أحمد السعيد سلمان تاريخ الدول الإسلامية ومعجم الأسر الحاكمة) ج١، دار المعارف بمصر ١٩٦٩م.

(٩) ابن خلكان (وفيات الأعيان) المطبعة الميمنية بمصر ١٣١٠هـ - الجزء الثاني.

(١٠) سامي شلهوب محقق (الكافي في الحساب) انظر المراجع الموجودة فيه.

(١١) سامي شلهوب في مقدمة تحقيق (الكافي في الحساب)، ص ١٦.